



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0316651-1 B1

(22) Data do Depósito: 26/11/2003

(45) Data de Concessão: 06/12/2016



(54) Título: SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA ESPACIAL, E, MÉTODO PARA ALINHAR ELEMENTOS DE SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA

(51) Int.Cl.: H01L 31/042; B64G 1/44

(30) Prioridade Unionista: 26/11/2002 US 60/428,928

(73) Titular(es): SOLAREN CORPORATION

(72) Inventor(es): JAMES E. ROGERS; GARY T. SPIRNAK

“SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA ESPACIAL, E, MÉTODO PARA ALINHAR ELEMENTOS DE SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA”

REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDO RELACIONADO

5 Este pedido reivindica prioridade sob 35 USC §119 para Pedido de Patente Provisório US Nº 60/428.928, depositado em 26 de novembro de 2002, a exposição inteira de qual está incorporada aqui por referência.

CAMPO DA INVENÇÃO

10 A presente invenção relaciona-se a sistemas de alimentação elétrica, e mais particularmente, a sistemas de alimentação elétrica espaciais com componentes de flutuação livre que podem ser alinhados.

DESCRIÇÃO DA ARTE RELACIONADA

15 Sistemas de alimentação elétrica espaciais usam a alimentação elétrica irradiante do Sol ou fluxo solar para gerar energia. A constante solar ou fluxo do Sol é aproximadamente $1,4 \text{ kW/m}^2$ na órbita da Terra. Por exemplo, em órbita geosíncrona ou GEO (36.000 km da Terra), um sistema de alimentação elétrica solar espacial está quase imerso continuamente em luz solar.

20 Células solares, dispositivos de conversão solares, e dispositivos de alimentação elétrica nucleares em um sistema de alimentação elétrica espacial geram eletricidade de Corrente Contínua (CC), que é convertida a uma frequência de transmissão, tal como frequências de rádio, microondas e laser. Por exemplo, com Radiofrequência (RF) e microondas, a
25 eletricidade gerada é convertida à alimentação elétrica através de dispositivos de conversão, por exemplo, magnétrons, e focalizada por uma antena. A energia focalizada é direcionada a um receptor, e uma antena receptora ("rectenna") converte o feixe de alimentação elétrica em eletricidade de CC. A eletricidade de CC é convertida em eletricidade de Corrente Alternada

(CA), que é transmitida a uma grade de alimentação elétrica para distribuição a usuários.

Como resultado, alguma porcentagem da constante solar é convertida em eletricidade utilizável. Por exemplo, um arranjo solar de 1 m² com uma eficiência de conversão de 40% pode produzir cerca de 560 Watts de potência elétrica. Um arranjo solar de 40% de eficiência de um milhão de metros quadrados ou um quilômetro quadrado pode gerar cerca de 560 megawatts (MW) de potência.

Conceitos para aproveitar energia solar foram desenvolvidos inicialmente nos anos sessenta. Nos anos setenta e oitenta, a NASA e o Departamento de Energia conduziram estudos de sistema de satélite, mas a baixa eficiência e altos custos destes sistemas impediram sua efetividade. Nos anos noventa, a NASA conduziu estudos adicionais e desenvolveu novos conceitos em órbitas diferentes. Os novos sistemas fizeram melhorias relativas a estudos anteriores, porém, conceitos existentes ainda não eram viáveis economicamente.

Um sistema de alimentação elétrica espacial típico tem um subsistema de geração de alimentação elétrica para conversão de energia e um subsistema de transmissão de alimentação elétrica sem fios. Sistemas conhecidos que usam células fotovoltaicas tipicamente utilizam grandes arranjos solares para converter energia solar em eletricidade. Estruturas de conexão são tipicamente usadas para manter as posições relativas corretas dos componentes de sistema.

Sistemas de alimentação elétrica espaciais convencionais assim podem ser melhorados. Em particular, as estruturas de conexão entre componentes de sistema de alimentação elétrica podem ser reduzidas ou eliminadas a fim de reduzir o peso do sistema. Em sistemas convencionais, as estruturas de conexão podem incluir uma maioria do peso dos sistemas. Por exemplo, alguns sistemas conhecidos utilizam uma antena de transmissão no

espaço tendo estruturas de conexão que são de muitos quilômetros de comprimento e pesam milhões de toneladas métricas. O peso excessivo de estruturas de conexão pode resultar em custos de lançamento aumentados. Ademais, o peso excessivo pode forçar componentes de sistema, possivelmente influenciando o alinhamento, operação e desempenho do sistema. Assim, o peso de conexões elétricas e mecânicas pode ser uma limitação no sistema de tamanho máximo que pode ser implementado lucrativamente. Ademais, o posicionamento, orientação, e eficiência de componentes de sistemas podem ser melhorados, particularmente componentes de sistema que não estão ligados juntos com elementos de conexão.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Em uma concretização, um sistema de alimentação elétrica espacial inclui uma pluralidade de elementos de sistema de alimentação elétrica no espaço e um sistema de controle. Um ou mais dos elementos de sistema de alimentação elétrica são de flutuação livre no espaço. O sistema de controle mantém alinhamento dos elementos de flutuação livre. A pluralidade de elementos é arranjada para coletar luz solar, gerar energia elétrica da luz solar coletada, e converter a energia elétrica em uma forma que possa ser transmitida a um local predeterminado.

Em outra concretização, um sistema de alimentação elétrica espacial inclui uma pluralidade de elementos de sistema de alimentação elétrica no espaço e um sistema de controle. Um ou mais elementos da pluralidade de elementos são de flutuação livre no espaço. Os elementos de sistema de alimentação elétrica incluem um espelho primário, um espelho intermediário, um módulo de alimentação elétrica, um emissor, e um espelho refletivo. O espelho primário direciona luz solar ao espelho intermediário. O espelho intermediário direciona luz solar ao módulo de alimentação elétrica, que gera eletricidade de corrente contínua. O emissor converte a eletricidade

de corrente contínua em energia de RF ou óptica, e o espelho refletivo transmite a energia de RF ou óptica a um receptor em um local predeterminado. O sistema de controle inclui uma pluralidade de sensores e uma pluralidade de membros de deslocamento. Cada elemento no espaço
5 inclui um sensor e um elemento de deslocamento, e o sistema de controle mantém o alinhamento dos elementos de flutuação livre no espaço ativando seletivamente um membro de deslocamento em resposta a dados de sensor.

Uma concretização adicional é direcionada a um método para alinhar elementos de sistema de alimentação elétrica para gerar alimentação
10 elétrica no espaço e transmitir a alimentação elétrica gerada a um local predeterminado. A concretização inclui lançar uma pluralidade de elementos e um sistema de controle no espaço, no qual um ou mais elementos da pluralidade de elementos são de flutuação livre no espaço, posicionar os elementos no espaço, manter alinhamento dos elementos de flutuação livre
15 usando o sistema de controle, de forma que os elementos de sistema de alimentação elétrica sejam configurados para coletar luz solar, gerar energia elétrica da luz solar coletada, e converter a energia elétrica em uma forma adequada para transmissão ao local predeterminado.

Em concretizações de sistema e método, os elementos de
20 sistema de alimentação elétrica podem ter espelhos diferentes e configurações de espelho, por exemplo, um espelho dobrável, um espelho esférico, um espelho suportado por um tubo inflável ou uma membrana, espelhos tendo revestimentos ópticos para reduzir pressão de fótons ou manter a forma do espelho.

25 Os elementos de sistema de alimentação elétrica podem incluir um espelho primário, um primeiro espelho intermediário, um módulo de alimentação elétrica, um emissor, e um espelho refletivo. O primeiro espelho intermediário direciona luz solar ao módulo de alimentação elétrica, e o módulo de alimentação elétrica gera energia elétrica. O emissor converte a

energia elétrica gerada em uma forma que pode ser transmitida e a provê ao espelho refletivo, que transmite a energia convertida a um receptor no local predeterminado. Também com concretizações de sistema e método, um concentrador é usado para focalizar a luz solar do espelho intermediário sobre o módulo de alimentação elétrica.

Concretizações de sistema e método podem utilizar módulos de alimentação elétrica diferentes, por exemplo, módulos de alimentação elétrica fotovoltaicos e termoeletrônicos. Com módulos fotovoltaicos, as células solares podem estar co-localizadas com o emissor. A energia convertida ou energia que é transmitida pode ser radiofrequência ou energia óptica.

O sistema de controle em concretizações de sistema e método pode ajustar um alinhamento de um ou mais elementos do sistema ajustando uma posição, orientação dos elementos. O sistema inclui uma pluralidade de sensores, tais como sensores de alinhamento ou distância. Dados de sensores de dois elementos são comparados para determinar se os dois elementos estão alinhados e localizados corretamente a uma distância aceitável usando, por exemplo, radar, lidar, padrões de interferência, um vento solar, forças eletrostáticas. Também ajusta o alinhamento dos elementos. O sistema de controle pode incluir um elemento de deslocamento, tal como um impulsor, para ajustar o alinhamento de um componente de sistema. Também nas concretizações de sistema e método, números diferentes de elementos, por exemplo, uma maioria ou todos os elementos, são de flutuação livre no espaço.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Se referindo agora aos desenhos, nos quais mesmos números de referência representam partes correspondentes em toda parte, e em que:

Figura 1A ilustra uma concretização de um sistema de alimentação elétrica espacial com componentes de flutuação livre;

Figuras 1B-D ilustram vistas de uma concretização de um

sistema para controlar o posicionamento e alinhamento de componentes de sistema de alimentação elétrica; e

Figura 1E ilustra uma concretização alternativa tendo uma antena de arranjo faseado;

5 Figuras 2A-B ilustram vistas de plano e seção transversal de um coletor ou espelho primário;

Figura 3 é uma vista de seção transversal de revestimentos sobre um espelho do sistema;

10 Figuras 4A-D ilustram vistas diferentes de espelhos que são suportados por uma estrutura inflável;

Figura 5 é uma ilustração de uma concretização usando espelhos infláveis e elementos de membrana;

Figura 6 é uma ilustração de uma concretização usando espelhos infláveis e elementos de membrana;

15 Figura 7 é uma ilustração de uma concretização usando espelhos infláveis e elementos de membrana;

Figura 8 é uma ilustração de uma concretização adicional usando espelhos infláveis e elementos de membrana;

20 Figura 9 é uma ilustração de uma concretização de um subsistema de geração tendo um módulo de alimentação elétrica fotovoltaico e concentradores solares;

Figura 10 é uma ilustração de uma concretização tendo um módulo de alimentação elétrica fotovoltaico e concentradores solares múltiplos;

25 Figura 11 é uma ilustração de uma concretização de um subsistema de geração tendo um cabo de alimentação elétrica para conectar células solares e componentes de módulo fotovoltaico;

Figura 12 ilustra uma concretização de um sistema de transmissão sem fios;

Figura 13 ilustra outra concretização de um sistema de transmissão sem fios;

Figura 14 ilustra uma concretização de um sistema de alimentação elétrica espacial tendo um espelho e um módulo de alimentação elétrica que provê uma saída diretamente a um espelho refletor;

Figura 15 mostra uma concretização de um sistema de alimentação elétrica espacial tendo um módulo de alimentação elétrica que está posicionado entre espelhos intermediários;

Figura 16 ilustra uma concretização de um sistema de alimentação elétrica espacial tendo dois espelhos intermediários em cada um dos subsistemas de geração e transmissão; e

Figura 17 ilustra uma concretização de um sistema de alimentação elétrica espacial tendo três espelhos intermediários em cada um dos subsistemas de geração e transmissão.

15 DESCRIÇÃO DETALHADA DAS CONCRETIZAÇÕES ILUSTRADAS

Concretizações de um sistema de alimentação elétrica espacial com um ou mais componentes de sistema de flutuação livre ou voadores livres que podem ser alinhados, serão descritas agora. As concretizações incluem componentes que podem ser alinhados enquanto reduzindo ou eliminando substancialmente estruturas de conexão entre componentes de sistema, e usando um sistema de controle para prover alinhamento e posicionamento de componentes de sistema de flutuação livre.

Se referindo à Figura 1A, uma concretização de um sistema de alimentação elétrica espacial "S" inclui componentes de geração e transmissão de alimentação elétrica. Uma concretização de um sistema inclui um espelho primário ou de coleta 2, que orbita sobre eixo 3, espelhos intermediários 4 e 5, um painel 11 com concentradores 6, um módulo óptico ou de alimentação elétrica 8 com células solares 7, uma alimentação de transmissor ou emissor 9, e um subsistema de transmissão que pode incluir,

por exemplo, um refletor ou espelho de saída 10 e um ou mais outros espelhos, como necessário. Um sistema de controle 13 ajusta a forma, posição, orientação e alinhamento dos componentes de sistema de alimentação elétrica.

5 Esta especificação geralmente se refere a ajustar o alinhamento de componentes de sistema para propósitos de explicação, mas o alinhamento pode incluir uma forma, uma posição, uma orientação e outros ajustes que podem afetar o alinhamento de componentes de sistema. Os elementos de sistema são arranjados para coletar luz solar, gerar energia elétrica da luz
10 solar coletada, e converter a energia elétrica em uma forma que pode ser transmitida a um receptor 14 em um local predeterminado 15, tal como a Terra ou outro local, onde é convertida e distribuída a usuários.

Mais especificamente, os componentes de sistema são posicionados de forma que a luz solar 1 seja incidente no espelho primário 2.
15 O espelho primário 2 pode ser, por exemplo, um espelho quase esférico. O espelho primário 2 pode ser de vários tamanhos, por exemplo, tendo um diâmetro de cerca de 1 km a cerca de 2 km. O espelho primário (e outros espelhos como descrito abaixo) pode ser suportado por uma estrutura. Por exemplo, se referindo às Figuras 2A-B, um tubo inflável ou toróide 24
20 (geralmente 24) pode cercar o espelho 2. O tubo 24 pode ser inflado usando tanques de ar ou gás químico ou outros sistemas de inflação.

Se referindo às Figuras 2 e 3, uma concretização de um espelho primário 2 inclui um substrato 20, tal como um substrato de plástico, que é coberto com um ou mais filmes ou revestimentos ópticos 22. Os
25 revestimentos ópticos refletem porções selecionadas de luz solar 1 (por exemplo, comprimentos de onda particulares) que são mais adequados para uso pelas células solares 7. A reflexão seletiva também reduz a força de fótons no espelho 2. Pessoas de habilidade ordinária na arte reconhecerão que várias combinações de substrato e revestimento adequadas podem ser

utilizadas para configurações de espelho diferentes e requisitos de refletividade e célula solar.

Se referindo novamente à Figura 1A, a luz solar 1 é refletida pelo espelho primário 2 a um primeiro espelho intermediário 4, tal como um espelho de dobra plano. O espelho 4 rastreia a orientação do espelho primário 2, de forma que os dois espelhos 2 e 4 permaneçam em alinhamento. O primeiro espelho de dobra 4 reflete a luz solar incidente 1 sobre um segundo espelho intermediário 5, tal como um espelho de dobra. O segundo espelho de dobra 5 pode ser idêntico ao primeiro espelho de dobra 4 ou pode ter outro projeto adequado.

Por exemplo, se referindo às Figuras 4A-D, um espelho no sistema de alimentação elétrica espacial pode ser um espelho plano incluindo um substrato de plástico 40 e um revestimento 42, por exemplo, o mesmo revestimento como o revestimento 22 no espelho primário 2. Por exemplo, tendo os mesmos revestimentos nos espelhos 2, 4 e 5, reduz a carga de calor nas células solares 7. O revestimento 42 também reduz a pressão de fóton solar no espelho de dobra. A tensão residual mecânica no revestimento pode ser ajustada ao valor precisado para contrariar a pressão de fóton solar, e manter uma superfície opticamente plana. Figura 4 também ilustra que os espelhos também podem incluir suportes infláveis 44.

Se referindo novamente à Figura 1A, o espelho 4 gira sobre o eixo 3, e o espelho 5 rastreia os concentradores 6. Com manobra correta, o primeiro espelho de dobra 4 reflete a luz solar incidente 1 sobre o segundo espelho de dobra 5. O segundo espelho 5 reflete luz a um ou mais concentradores 6, tais como concentradores não formadores de imagem. Os concentradores 6 aumentam e filtram irregularidades espaciais no feixe refletido de luz solar 1 recebido do segundo espelho de dobra 5. A saída dos concentradores 6 é direcionada às células solares 7 de um módulo de alimentação elétrica de RF ou óptica 8. Usando concentradores, permite uma

pastilha de célula solar inteira ser utilizada, resultando em produção de energia mais eficiente.

Vários comprimentos focais de concentrador 6 podem ser usados para obter a ampliação correta de luz solar sobre as células solares 7 ou outros dispositivos de conversão. Por exemplo, o sol tipicamente subtende um ângulo de aproximadamente 0,5 grau a 1 a.u. (a distância do Sol à Terra). Assim, por exemplo, o tamanho do ponto focal poderia ser 0,00873 vezes o comprimento focal do sistema.

Pessoas de habilidade ordinária na arte reconhecerão que vários módulos de alimentação elétrica podem ser utilizados com concretizações e sistemas diferentes. Por exemplo, como mostrado nas Figuras, o módulo de alimentação elétrica é um módulo de alimentação elétrica fotovoltaico que utiliza células solares. Módulos de alimentação elétrica alternativos incluem turbinas, máquinas térmicas e fontes nucleares. Um módulo de alimentação elétrica alternativo adicional é um módulo de alimentação elétrica termoelétrico. Um módulo de alimentação elétrica termoelétrico utiliza um gradiente de temperatura, por exemplo, superfícies frontais mais quentes e superfícies traseiras mais frias, que resultam em uma junção entre duas superfícies para gerar eletricidade. Para propósitos de explicação e ilustração, mas não limitação, esta especificação se refere a módulos de alimentação elétrica fotovoltaicos com células solares 7.

Em uma concretização, as células solares 7 estão montadas perto de um eletrodo de entrada dos módulos 8. Assim, cabos elétricos das células solares 7 aos módulos 8 não são precisados. Eliminando estes conectores, reduz a massa do sistema. Ademais, perdas de alimentação elétrica no sistema são reduzidas diminuindo ou eliminando perdas de alimentação elétrica devido a aquecimento resistivo (I^2R) em cabos de conexão. Este arranjo também elimina a necessidade de outros componentes tipicamente associados com conectores de componentes, tal como isolamento.

Eliminando estes componentes também reduz o peso do módulo de alimentação elétrica, aumenta o desempenho das células, e reduz o custo das células.

O arranjo de espaçamento das células solares 7 também
 5 permite calor ser conduzido aos painéis térmicos 11, que irradiam calor para o espaço. Também, os concentradores 6 provêem células solares 7 dedicadas para cada módulo de alimentação elétrica de RF ou óptica 8. Assim, os concentradores provêem uso eficiente de luz solar 1 incidente. Este arranjo também é vantajoso desde que as células solares estão co-localizadas com um
 10 dispositivo de conversão de energia, assim reduzindo o comprimento ou eliminando conectores entre estes componentes. Co-localização destes componentes não é praticável em sistemas conhecidos típicos usando estruturas de corlexão por causa da necessidade do concentrador rastrear o Sol enquanto a seção de RF ou óptica permanece apontada na subestação da Terra
 15 de um usuário.

Os concentradores 6 com o espelho de dobra 5 protegem as células solares 7 de visão direta do espaço e assim protegem as células solares 7. Mais especificamente, as células solares são montadas no módulo de alimentação elétrica, e os concentradores estão montados acima das células,
 20 assim protegendo as células solares de uma visão direta do espaço, exceto por um pequeno ângulo sólido centrado na luz solar entrante. O segundo espelho de dobra atua como uma proteção nesta última direção, de forma que as células solares sejam protegidas em todas as direções, eliminando a necessidade por correções de cobertura de célula solar (por exemplo, vidro) e
 25 outras coberturas protetoras. Como resultado, o peso do sistema de alimentação elétrica é ademais reduzido eliminando estes componentes.

Energia elétrica de CC gerada pelas células solares 7 é convertida pelos módulos de alimentação elétrica de RF ou óptica 8 em uma forma que pode ser transmitida, tal como alimentação elétrica de RF ou

óptica. A alimentação elétrica de RF ou óptica é irradiada pelas alimentações de RF ou emissores ópticos 9 ao refletor de RF, espelho de saída 10 (geralmente refletor 10), ou diretamente ao local predeterminado. Por exemplo, as alimentações de RF ou emissores ópticos 9 podem ser arranjados em um arranjo de irradiação direta ou uma antena de arranjo faseado 19 (Figura 1E), assim eliminando a necessidade por um refletor 10. Calor de desperdício das células solares 7, módulos de alimentação elétrica 8, e alimentações de RF ou emissores ópticos 9 é irradiado no espaço pelos painéis térmicos 11.

10 O refletor 10 é construído de forma que o revestimento ou superfície incidente reflita alimentação elétrica para a Terra ou outro local ou estação predeterminada e transmita luz solar. Transmitindo luz solar 1, a pressão de fótons no refletor 10 é reduzida ou quase eliminada. Desde que o refletor 10 pode ser tão grande quanto o espelho primário 2, reduzir pressão de fótons resulta em uma redução significativa em combustível que é 15 precisado para manutenção de estação do refletor 10. Porém, como com o espelho primário 2, a pressão de fótons residual, junto com a tensão mecânica residual selecionada do revestimento que reflete alimentação elétrica e transmite luz solar 1, pode ser usada para manter a forma correta da superfície 20 refletora. Este arranjo pode reduzir o peso do refletor 10, por exemplo, até cerca de 66% ou mais. Alternativamente, um espelho óptico 10 é construído de forma que o revestimento reflita os comprimentos de onda ópticos desejados e transmita irradiação solar não desejada.

A alimentação elétrica de RF ou óptica 12 refletida pelo 25 refletor ou espelho 10 pode ser um feixe limitado por difração que é focalizado geralmente e direcionado a uma antena terrestre ou coletor 14 localizado na Terra ou outro local desejado 15. Um conjunto de sensores de RF/ópticos na antena ou coletor mede a forma e mira de forma de onda de feixe. Um circuito de realimentação 17 computa aspectos do feixe recebido e

envia sinais de controle de volta ao sistema de controle para ajustar o alinhamento de um ou mais componentes, por exemplo, ajustar a forma, posição ou orientação de um componente.

Por exemplo, se os emissores 9 e refletor 10 não estiverem alinhados corretamente, um ou ambos destes componentes podem ser ajustados de forma que um feixe 12 refletido do refletor 10 seja direcionado à antena receptora 14. Como um exemplo adicional, a forma dos emissores 9 pode ser ajustada.

O sistema de controle de proximidade 13 ou um sistema de controle separado é usado para ajustar o alinhamento de vários componentes de sistema de alimentação elétrica, por exemplo, um espelho primário ou de transmissão, um espelho intermediário, tal como um espelho de dobra, um refletor, um sub-refletor, e uma alimentação de antena. O sistema de controle também pode manter a forma da frente de onda da onda eletromagnética transmitida. Outras atividades que podem ser executadas pelo sistema de controle incluem controle de espelho ativo, conjugação de fase, e controle de antena ativo.

Em uma concretização, o sistema de controle 13 inclui um sistema de sensor e um sistema de deslocamento para ajustar o alinhamento de um ou mais componentes de sistema em resposta a dados de sensor. Pessoas de habilidade ordinária na arte reconhecerão que um sistema de alimentação elétrica espacial pode ter números diferentes de elementos de sistema de flutuação livre. Por exemplo, um ou mais, a maioria, ou todos os elementos podem ser de flutuação livre no espaço. O sistema de controle pode ser configurado para ajustar o alinhamento dos elementos de flutuação livre, e elementos que não são de flutuação livre (por exemplo, presos por cabos a outros elementos). Esta especificação, porém, se refere ao sistema de controle alinhando elementos de sistema de alimentação elétrica de flutuação livre para propósitos de explicação, mas não limitação. Por exemplo, dados de

elementos do sistema de controle ou sensores, tais como sensores de radar e lidar, podem indicar o alinhamento de dois ou mais componentes. O sistema de deslocamento pode incluir um ou mais elementos de impulsor que podem ser ativados ou desativados em resposta aos dados de sensor para ajustar o
5 alinhamento.

Se referindo à Figura 1A, em uma concretização, o sistema de controle de proximidade está localizado no espaço e geralmente inclui unidades de controle ou sensores 2a,b (geralmente 2a), 4a,b (geralmente 4a), 5a,b (geralmente 5a), 8a,b (geralmente 8a), 10a,b (geralmente 10a), e
10 impulsores 2d,e (geralmente 2d), 4d,e (geralmente 4d), 5d,e (geralmente 5d), 8d,e (geralmente 8d), e 10d,e (geralmente 10d) em componentes de sistema de alimentação elétrica respectivos 2, 4, 5, 8 e 10. A concretização mostrada na Figura 1A é meramente ilustrativa de várias configurações de controle de proximidade que utilizam números diferentes e posicionamento de
15 componentes de sistema de controle de proximidade.

Por exemplo, se referindo às Figuras 1B-D, em outra concretização, o espelho primário 2 inclui quatro sensores, e os espelhos intermediários 4 e 5 incluem oito sensores. Figuras 1C e 1D ilustram vistas de seção transversal mostrando um possível arranjo de sensor. Na concretização
20 ilustrada, quatro sensores de sistema de controle de proximidade 2a no espelho primário 2 e quatro sensores correspondentes 4a no espelho 4 são arranjos para olhar ou se comunicar entre si. Semelhantemente, quatro sensores de sistema de controle de proximidade adicionais 4a no espelho 4 e quatro sensores correspondentes 5a no espelho 5 são arranjos para se
25 comunicar entre si. Quatro unidades adicionais 5a no espelho e quatro unidades 8a no módulo são arranjas para se comunicar entre si. Adicionalmente, quatro unidades 9a nos emissores 9 e quatro unidades 10a no refletor 10 são arranjas para se comunicar entre si.

Com esta configuração, três unidades de sensor podem ser

utilizadas, com a quarta unidade em um grupo servindo como uma unidade de reserva. A quarta unidade também pode ser usada para determinar comportamento anômalo de outras unidades. Ademais, se só uma unidade de sensor for utilizada, as outras três unidades podem ser usadas para verificar de
5 forma cruzada a primeira unidade.

Assim, nas concretizações ilustradas, o sistema de controle faz ajustes baseado em comunicações entre sensores de elementos adjacentes, isto é, elementos que se comunicam entre si refletindo ou recebendo luz solar ou outros sinais. Por exemplo, o espelho primário 2, espelhos de dobra 4 e 5, módulo óptico 8 e refletor 10 podem todos incluir sensores. Os sensores nos
10 espelhos 2 e 4 se comunicam entre si, os sensores nos espelhos 4 e 5 se comunicam entre si, os sensores no espelho 5 e no módulo óptico 8 se comunicam entre si, e os sensores no módulo óptico 8 e no refletor 10 se comunicam entre si. O circuito de controle é configurado para ajustar um
15 componente de sistema baseado no alinhamento dos pares descritos previamente de componentes. Ajustes podem ser feitos baseado em alinhamentos de outros números e combinações de componentes de sistema.

Assim, por exemplo, em resposta a dados de sensor entre espelhos 2 e 4, impulsores no espelho 4 podem ser ativados (ou desativados)
20 para re-alinhar o espelho 4 com respeito a espelho 2. Semelhantemente, impulsores no espelho 2 podem ser ativados (ou desativados). Depois de re-alinhar um componente de sistema, um ou mais outros componentes de sistema também podem ser re-posicionados para manter alinhamento correto do sistema inteiro. Um sistema de monitoração em Terra ou outro planeta,
25 corpo ou estação também pode monitorar e alterar o alinhamento de componentes de sistema.

Em uma concretização, um sistema de controle de proximidade 13 usa dispositivos medidores de posição complementares e redundantes, tais como câmeras estereoscópicas, diodos de laser modulados, e

lasers. Por exemplo, lasers podem formar uma malha fechada de feixes opticamente coerentes, tal que uma mudança em posições relativas e orientação dos componentes de sistema produzam uma mudança no padrão de interferência em cada um dos detectores da malha. Movimento relativo em um sistema também pode produzir deslocamentos de Doppler dos feixes de luz que determinam direção de movimento. Estas mudanças e deslocamentos podem ser usados para manter as posições relativas de componentes de sistema de alimentação elétrica, por exemplo, a precisões de sub-milímetro.

Em outra concretização, retro-refletores múltiplos e objetivos ópticos são colocados na circunferência dos dois concentradores e usados para controle ativo e passivo. Transmissores/receptores de laser e sensores ópticos estão localizados no módulo de alimentação elétrica, e o primeiro espelho de dobra pode monitorar a posição e orientação destas estruturas. Os sensores ópticos podem usar imagens estereoscópicas para medir orientação precisa e alcance aproximado.

Feixes de laser, tais como feixes de laser de onda contínua modulada (CW), podem ser refletidos de retro-refletores. A fase do feixe retornado pode ser comparada à fase do feixe transmitido. Feixes de laser pulsados podem ser refletidos dos retro-refletores e medindo o tempo de percurso, um alcance independente pode ser determinado. Também um conjunto de feixes de laser de CW altamente coerentes pode ser refletido de retro-refletores e comparados por interferometria com os feixes transmitidos.

Uma mudança de uma franja de interferência pode corresponder a uma mudança em alcance de um quarto de comprimento de onda da linha de emissão de laser. Usando detecção homódina, deslocamento de Doppler do feixe pode produzir uma frequência de batimento que é proporcional à taxa de mudança de alcance. Por causa da frequência extremamente alta da luz de laser, velocidades de um milímetro por segundo podem ser medidas. Assim, posição e velocidade radial podem ser medidas

simultaneamente com o sistema de controle de proximidade. Adicionalmente, Dispositivo Acoplado por Carga (CCD) ou câmeras estereoscópicas podem ser usadas para obter medições espaciais e angulares e alcance usando estereoscopia de componentes de sistema adjacentes. Estes dispositivos
 5 também podem ser usados para navegar elementos de sistema em suas posições iniciais (aproximadas).

Em uma concretização alternativa, o sistema de controle de proximidade 13 usa um vento solar, principalmente, e impulsores de íons e forças eletrostáticas secundariamente, para manter as posições corretas e
 10 orientações dos elementos de sistema de alimentação elétrica. Os refletores e espelhos de dobra podem ter estruturas como remos montadas em sua circunferência. As seções de pega dos remos apontam na direção radial (com respeito ao espelho), tal que os remos possam ser girados com respeito à luz solar incidente. Pela rotação correta dos remos, torques e forças podem ser
 15 concedidos aos refletores e espelhos de dobra. Motores de íons podem operar resíduos que não são eliminados pelos remos. Além disso, para elementos de flutuação livre que não estão distantes demais, pseudo-cordas frouxas podem prover limites e/ou permitir o uso de forças só repulsivas para manter posições, se necessário. Assim, enquanto concretizações da invenção
 20 eliminam ou reduzem estruturas de conexão para alinhar componentes de sistema, elas também são adaptáveis a outras configurações, aplicações e suportes. Em outra concretização, o sistema de controle de proximidade 13 usa órbitas, por exemplo, sobre a Terra ou outro corpo celestial, de forma que o consumo de combustível de manutenção de estação pelos elementos de
 25 sistema mais pesados seja minimizado. Os outros elementos (por exemplo, espelhos de dobra de um sistema óptico ou de RF) são posicionados para manter foco, alinhamento, mira, etc. Desde que os elementos anteriores são mais leves, o combustível de manutenção de estação requerido pelo sistema inteiro é reduzido. Esta configuração também provê maior flexibilidade em

posicionar refletores com respeito ao módulo de alimentação elétrica. Alguns componentes podem estar próximos bastante que cabos podem amarrá-los e forças eletrostáticas repulsivas podem ser usadas para manter os cabos esticados.

- 5 Adicionalmente, se necessário, os componentes podem ter sensores de distância ou alcance. Por exemplo, Figura 1 ilustra sensores de distância 2c, 4c, 5c, 8c, 10c que detectam a distância entre componentes de sistema. Vários tipos e números de sensores de distância podem ser utilizados como precisado. Se um componente cair fora de um alcance aceitável ou uma
- 10 órbita, um ou mais impulsores podem ser ativados para re-posicionar o componente dentro do alcance aceito.

Por exemplo, um detector de alcance de diodo de laser modulado pode ser usado para prover um alcance contínuo para componentes de sistema adjacentes comparando a fase de modulação de sinais de alcance

15 transmitidos e recebidos. Como um exemplo adicional, um detector de alcance de laser pulsado pode prover um alcance contínuo para componentes de sistema adjacentes medindo o tempo de percurso de sinais transmitidos e recebidos.

Figuras 5-17 ilustram concretizações alternativas de um

20 sistema de alimentação elétrica tendo elementos de flutuação livre e como luz solar é capturada e processada para produzir energia elétrica. Os sensores de sistema de controle e impulsores mostrados na Figura 1 não são mostrados nas Figuras 5-17, porém, os componentes previamente descritos também podem ser usados com as concretizações alternativas. Ademais, a maneira

25 geral na qual os sistemas ou componentes são mostrados nas Figuras 5-17 é a mesma ou semelhante ao sistema mostrado na Figura 1. Assim, todos os detalhes relativos a gerar RF ou energia óptica com as concretizações alternativas não são repetidos. Componentes de concretizações alternativas que são os mesmos ou semelhantes aos componentes mostrados na Figura 1

são representados com mesmos números de referência.

Se referindo à Figura 5, em uma concretização, um sistema de alimentação elétrica espacial inclui um sistema de lente que inclui lentes em forma de parábola e hipérbole, tal como um sistema óptico de Cassagrain, espelhos infláveis, e elementos de suporte de membrana. Mais especificamente, o sistema inclui um espelho primário 2, um espelho 50, membranas 50a-d, tais como membranas transparentes, um primeiro espelho intermediário 4, um módulo que inclui concentradores 6, células solares 7, um módulo de RF ou óptico 8, alimentações de transmissor de RF ou emissores ópticos 9, e um painel térmico 11 (como na Figura 1), um segundo espelho intermediário 52, e um refletor 10.

O espelho 50 pode ser um espelho em forma de elipsóide e é suportado através de quatro membranas 50a-d. Os espelhos 2 e 10 são suportados através de duas membranas 50a-b. As membranas são usadas para manter a forma correta dos espelhos 2, 10 e 50 usando pressão de gás apropriada. Os espelhos também são suportados por tubos infláveis ou toróides (geralmente 24). Os toróides infláveis podem ser dobrados para cima antes de lançamento e inflados por tanques de gás ou ar químico uma vez em órbita.

Raios de luz solar 1 são refletidos pelo espelho 2 a um ponto focal 53, do qual eles divergem e incidem no espelho 50. O espelho 50 retransmite a imagem por raios convergentes ao espelho dobradiço 4. O espelho 4 converge os raios a um foco aumentado e até mesmo mais borrado (por exemplo, agora 0,34 km de diâmetro), sobre superfícies de arranjo de célula solar 7 do módulo óptico 8.

Por exemplo, em uma concretização, os parabolóides de concentrador solar 6 podem ser aproximadamente 2,25 km em diâmetro, de comprimento focal 4,125 km, e número f de 1,8. Semelhantemente, parabolóides usados para transmitir microondas podem ter um diâmetro de

2,25 km, um comprimento focal de 5,975 km, e número f de 2,6. Em ambos destes casos selecionados, o tamanho de ponto focal do Sol no primeiro foco 53 dos coletores solares de espelho primário seria cerca de 36 metros.

Energia elétrica de CC gerada pelas células solares 7 é convertida em RF ou energia óptica pelo módulo de alimentação elétrica de RF ou óptica 8. O tamanho de borrão maior do feixe de energia gerado é pretendido casar com as dimensões da superfície do arranjo e prover iluminação quase igual.

A energia emanando do módulo 8 é direcionada ao espelho de dobra 52. O espelho de dobra 52 é semelhante a um espelho de dobra 4 ou 5, exceto que o espelho 5 é configurado para refletir luz solar, enquanto o espelho 52 é configurado para refletir RF ou energia óptica. O espelho de dobra 52 direciona a energia ao espelho refletor 10, por exemplo, tendo uma forma parabólica. A energia chega à superfície parabólica do espelho 10 por raios expandidos e reflete o feixe de saída 12 para o local predeterminado, por exemplo, Terra ou uma estação espacial. Como mostrado na Figura 5, o feixe 12 refletido pelo espelho 10 neste sistema é um feixe substancialmente paralelo ou um feixe limitado por difração.

Figura 6 ilustra uma concretização alternativa adicional que utiliza um sistema óptico que é semelhante ao sistema mostrado na Figura 5. Nesta concretização, os espelhos são suportados através de duas membranas, enquanto o espelho 50 é suportado através de quatro membranas como mostrado na Figura 1.

Se referindo à Figura 7, uma concretização alternativa de um sistema de alimentação elétrica espacial inclui um sistema óptico, tal como um sistema óptico de Coude, espelhos infláveis, e elementos secundários de quatro membranas. Os componentes são configurados de forma que raios de luz solar cheguem e caiam colimados sobre a superfície de arranjo de célula solar 7 do módulo óptico 8. Ademais, o espelho 10 reflete os raios a um

"ponto" ou um ponto mais focalizado na superfície da Terra comparado aos sistemas mostrados nas Figuras 5 e 6.

Figura 8 ilustra uma concretização alternativa adicional. Esta concretização utiliza uma configuração que é semelhante àquela mostrada na Figura 7, exceto que o sistema mostrado na Figura 8 utiliza duas membranas 50a,b para suportar cada espelho.

As concretizações mostradas nas Figuras 5-8 operam de uma maneira semelhante como a concretização mostrada na Figura 1A, exceto que outras concretizações usam, por exemplo, sistemas de membrana e componentes ópticos diferentes.

Os sistemas de coleta, conversão e transmissão de alimentação elétrica espaciais previamente descritos são cooperativos compostos, visto que os elementos de coleta e transmissão e o módulo de conversão têm um eixo comum de rotação. Este arranjo permite vários ângulos "horizontais" serem utilizados, entre os elementos transmissor e receptor de cada sistema, para apontar um elemento no sol e um para a Terra durante várias situações orbitais sazonais. Rotação adicional do plano de eixo óptico de um elemento sobre o eixo óptico de outros elementos permite precisão apontando do eixo "vertical" do transmissor a vários locais na Terra, enquanto mantendo o coletor posicionado no Sol.

Figuras 9-10 ilustram concretizações de um subsistema de geração de alimentação elétrica. Os componentes de subsistema de transmissão sem fios não são mostrados nas Figuras 9 e 10, porém, vários subsistemas de transmissão podem ser utilizados, incluindo os subsistemas previamente descritos e os subsistemas mostrados nas Figura 12 e 13.

Concretizações dos subsistemas de geração das Figuras 9 e 10 incluem espelhos infláveis, membranas, e concentradores múltiplos. Em particular, as concretizações incluem um espelho refletivo 2, um par de espelhos 50, um espelho intermediário 4, e um par de módulos tendo um

concentrador 6, células solares 7, um módulo de RF ou óptico 8, alimentações de transmissor de RF ou emissores ópticos 8, e um painel térmico 11 (como na Figura 1). Quatro membranas de suporte 50a-d suportam ambos os espelhos 50 na concretização mostrada na Figura 9, enquanto duas
 5 membranas de suporte 50a,b suportam os espelhos 50 na concretização mostrada na Figura 10. Em ambas as concretizações, o espelho 2 inclui duas membranas de suporte 50a,b, um dos espelhos 50 é maior do que o outro espelho 50, e um dos módulos (6, 7, 8, 9, 11) é maior do que o segundo módulo. Eletricidade de CC gerada pelas células solares e saída pelos
 10 emissores 8 é processada como previamente descrito.

Se referindo à Figura 11, em outra concretização, um subsistema de geração de alimentação elétrica pode ser configurado sem concentradores. Assim, o módulo 8, emissor 9, refletor 10 e componentes de painel podem ser integrados juntos e conectados por um cabo de alimentação
 15 elétrica 110 e um anel de deslizamento elétrico 112 ou outro acoplamento adequado às células solares 7. Quando luz solar é incidente nas células solares, a eletricidade de CC gerada pelas células solares é provida ao módulo (8, 9, 10,11) pelo cabo 110. O módulo converte a eletricidade de CC em RF ou energia óptica, e os emissores 9 provêem a RF ou energia óptica saída à
 20 antena de arranjo faseado 19.

Figuras 12 e 13 ilustram concretizações de subsistemas de transmissão sem fios que transmitem RF ou energia óptica gerada por um subsistema de geração de alimentação elétrica. Vários subsistemas de geração podem ser utilizados, incluindo os subsistemas de geração previamente
 25 descritos.

Se referindo à Figura 12, uma concretização de um subsistema de transmissão utiliza um espelho 4 e um sistema de concentrador que é ortogonal à direção do feixe de saída 12. Luz solar refletida de um espelho 4 é direcionada a um espelho inflável 50 que é suportado através de duas

membranas 50a e 50b. O espelho 50 reflete os raios incidentes a um módulo tendo um concentrador 6, células solares 7, módulo 8, emissores 9 e painel 11. As células solares geram eletricidade de CC, que é convertida a RF ou energia óptica pelos emissores 9. A saída dos emissores 9 é direcionada a um
5 refletor 10, tal como um espelho inflável, que também é suportado através de membranas e reflete o feixe de saída 12.

A concretização mostrada na Figura 13 é configurada para RF e utiliza um elemento de espelho de RF 130. Mais especificamente, RF que é incidente sobre elemento 130 é refletida a um módulo tendo concentradores 6,
10 células solares 7, módulo 8, emissores 9 e painel 11. Eletricidade de CC gerada pelas células solares 7 é convertida pelo módulo 8 em energia de RF. Os emissores 9 saem com a energia de RF ao espelho 10 que reflete o feixe de saída 12.

Figuras 14-17 ilustram concretizações adicionais de configurações de sistema de alimentação elétrica espacial. Por exemplo,
15 Figura 14 ilustra uma configuração na qual um único espelho 4 é configurado para refletir luz solar 1 diretamente do espelho primário 2 aos concentradores 6 e às células solares 7, em lugar de refletir luz solar indiretamente aos concentradores utilizando um segundo espelho intermediário. A saída dos
20 emissores 9 é provida ao refletor 10, que reflete o feixe de saída 12.

Figura 15 ilustra uma configuração que é semelhante à configuração mostrada na Figura 1, exceto que o módulo tendo componentes 6, 7, 8, 9 e 11 é colocado entre o primeiro e segundo espelhos 4 e 52. Assim, a RF ou feixe óptico saído pelos emissores 9 é refletido pelo segundo espelho
25 52, que reflete o feixe ao refletor 10, que gera o feixe de saída 12.

Figura 16 ilustra uma configuração na qual os subsistemas de geração e sem fios cada um inclui dois espelhos intermediários, tais como espelhos de dobra. Mais especificamente, o subsistema de geração inclui um espelho primário 2, e espelhos intermediários 4 e 5, tais como espelhos de

dobra. A luz solar é refletida do segundo espelho 5 ao módulo tendo as células solares 7 que geraram eletricidade de CC. Os emissores convertem a eletricidade de CC em uma RF ou feixe óptico, que é saído a um espelho 52, que reflete o feixe a um espelho 160. O espelho 160 reflete o feixe ao espelho 10, que reflete o feixe de saída 12.

Figura 17 ilustra uma concretização na qual os subsistemas de geração e sem fios cada um inclui três espelhos intermediários ou de dobra. Mais especificamente, o subsistema de geração inclui espelhos intermediários 4, 5, e 170, e o subsistema de transmissão inclui espelhos intermediários 52, 172 e 174. Luz solar incidente 1 é refletida do espelho 2, a espelho 4, a espelho 5, a espelho 170 às células solares 7. As células geram eletricidade de CC, e emissores 9 convertem a eletricidade de CC em uma RF ou feixe óptico, que é saído a um espelho 52, que reflete o feixe a espelho 172, a espelho 174 e então a espelho refletor 10, que provê o feixe de saída 12.

Tendo descrito vários aspectos e concretizações de um sistema de alimentação elétrica espacial, subsistemas de geração e subsistemas de transmissão, pessoas de habilidade ordinária na arte apreciarão que as concretizações descritas e ilustradas são vantagens sobre sistemas conhecidos.

Por exemplo, as estruturas de conexão entre componentes de sistema são eliminadas, por esse meio reduzindo significativamente o peso do sistema. Ademais, os elementos de sistema de flutuação livre são alinhados sem usar elementos estruturais de conexão rígidos. Em lugar disso, estes elementos são voadores livres e posicionados e orientados usando um sistema de controle de proximidade.

Adicionalmente, o sistema de alimentação elétrica espacial pode ser aplicado a vários tamanhos, configurações e locais de estação de alimentação elétrica. Por exemplo, o sistema de alimentação elétrica espacial pode ser aplicado a uma estação de alimentação elétrica de 1 GW situada em órbita da Terra geoestacionária (ou qualquer outra órbita de necessidade sobre

qualquer corpo celeste de interesse).

Adicionalmente, como os elementos das concretizações ilustradas são independentes entre si, (por exemplo, objetos voadores livres sob o controle do sistema de controle de proximidade), as estruturas principais
5 (coletor solar e o sistema de transmissão de RF ou óptico) podem ser colocadas em órbitas selecionadas para minimizar requisitos de combustível de manutenção de estação do sistema. Os espelhos de dobra menores podem ser lançados em outras órbitas, mantendo o sistema inteiro em alinhamento e foco. Assim, a flexibilidade das concretizações permite reduzir consumo de
10 combustível em órbita.

Além disso, desde que os elementos são voadores livres, sob o controle do sistema de controle de proximidade, elementos falhados podem ser movidos fora de posição, e elementos de substituição podem ser movidos em posição. Esta flexibilidade simplifica a necessidade por substituições de
15 módulo em órbita e tempo de manutenção caro. Elementos de sistema falhados também podem ser colocados em uma órbita de estacionamento próxima, de forma que, se no futuro, reparo ou uso para outra missão for possível, eles estarão prontamente disponíveis.

O sistema de alimentação elétrica espacial também habilita a
20 construção de grandes estruturas no espaço, especificamente fazendo a construção de uma estação de alimentação elétrica em órbita da Terra geoestacionária praticável, enquanto superando ineficiências de sistemas anteriores que tipicamente se confiam em estruturas de conexão pesadas. Os elementos do sistema também podem ser posicionados precisamente,
25 orientados e formados sem usar grandes quantidades de combustível de manutenção de estação ou estruturas.

O sistema provê uma vantagem adicional de reduzir pressão de fótons no espelho primário 2 como resultado da reflexão seletiva pelo revestimento 2a. Mais especificamente, a tensão residual mecânica no

revestimento é fixada para contrariar a pressão de fótons solar, e manter uma superfície opticamente plana. A reflexão seletiva pode reduzir a pressão de fótons solar no espelho primário por, por exemplo, quase 50%. Para ademais reduzir a carga térmica nas células solares 7, o primeiro espelho de dobra 4 pode ter o mesmo revestimento como o espelho primário 2.

Ademais, usando grande óptica de abertura, a necessidade de um grande arranjo solar ou uma "fazenda" de muitos coletores menores não é mais precisada. Em lugar disso, um grande refletor pode coletar e concentrar luz solar sobre um arranjo solar muito menor.

10 Pessoas de habilidade ordinária na arte apreciarão que vários tamanhos, materiais, aspectos, e formas de elementos ópticos podem ser usados para outras configurações de sistema. Ademais, pessoas de habilidade ordinária na arte apreciarão que concretizações podem usar várias frequências, incluindo RF, infravermelho, e frequências ópticas.

15 Os componentes de sistema também podem ser montados de modos diferentes. Por exemplo, os componentes podem ser lançados ao espaço separadamente, em sua própria órbita. A direção de apontamento dos componentes pode então ser ajustada para alinhamento com outros componentes de sistema.

20 Adicionalmente, as concretizações podem ser utilizadas em locais e ambientes diferentes. Por exemplo, alimentação elétrica pode ser provida a vários locais espaciais e terrestres, incluindo, mas não limitado, à Terra, à lua, outros planetas, estações espaciais, veículos espaciais e satélites. Semelhantemente, o sistema de controle de proximidade pode controlar a
25 posição de componentes de sistema de alimentação elétrica de vários locais, por exemplo, da Terra, da lua, outros planetas, estações espaciais, veículos espaciais e satélites. As concretizações também podem ser configuradas com números diferentes de espelhos, membranas, concentradores e outros componentes. Ademais, números diferentes de elementos de alimentação

elétrica de um sistema podem ser de flutuação livre. Por exemplo, dependendo de uma configuração particular ou aplicação, alguns, a maioria ou todos os componentes de sistema de alimentação elétrica podem ser de flutuação livre ou livres de conectores.

- 5 Certas modificações, alterações, e substituições não substanciais podem ser feitas às concretizações descritas sem partir da extensão da invenção, como recitada nas reivindicações acompanhantes.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de alimentação elétrica espacial, caracterizado pelo fato de compreender:

5 uma pluralidade de elementos do sistema de alimentação elétrica no espaço, a pluralidade de elementos do sistema de alimentação elétrica incluindo pelo menos um elemento do sistema de alimentação elétrica intermediária no espaço, que recebe luz do sol a partir de um elemento do sistema de alimentação elétrica no espaço e transmite a luz do sol a um outro elemento do sistema de alimentação elétrica no espaço; e

10 um sistema de controle distribuído, a pluralidade de elementos do sistema de alimentação elétrica no espaço incluindo um componente de sistema de controle do sistema de controle distribuído, em que

um ou mais dos elementos da pluralidade de elementos do sistema de alimentação elétrica são de livre flutuação, e a pluralidade de
15 elementos do sistema de alimentação elétrica é arranjada para coletar luz do sol, gerar energia elétrica da luz do sol coletada, e converter a energia elétrica em uma forma para transmissão a um local predeterminado, e

o sistema de controle distribuído mantém alinhamento de um ou mais elementos do sistema de alimentação elétrica de livre flutuação com
20 base em comunicações entre componentes de sistema de controle de elementos do sistema de alimentação elétrica adjacentes.

2. Sistema de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato da pluralidade de elementos incluir um espelho.

3. Sistema de acordo com reivindicação 2, caracterizado pelo
25 fato do espelho incluir um revestimento óptico que reduz a pressão de fóton no espelho.

4. Sistema de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato do local predeterminado compreender um planeta.

5. Sistema de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo

fato da pluralidade de elementos incluir:

um espelho primário;

um primeiro espelho intermediário, em que o espelho primário reflete luz solar ao espelho intermediário;

5 um módulo de alimentação elétrica, em que o primeiro espelho intermediário direciona luz solar ao módulo de alimentação elétrica, e o módulo de alimentação elétrica gera energia elétrica;

um emissor; e

um espelho refletivo, em que o emissor converte a energia
10 elétrica gerada em uma forma que pode ser transmitida, e a energia convertida é provida ao espelho refletivo, em que o espelho refletivo é configurado para transmitir a energia convertida a um receptor no local predeterminado.

6. Sistema de acordo com reivindicação 5, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente um segundo espelho intermediário, em
15 que o espelho primário reflete luz do sol ao primeiro espelho intermediário, e o primeiro espelho intermediário reflete a luz do sol ao segundo espelho intermediário, e o segundo espelho intermediário reflete luz do sol ao módulo de alimentação elétrica.

7. Sistema de acordo com reivindicação 5, caracterizado pelo
20 fato de que o espelho intermediário rastreia a orientação do espelho primário de modo que os espelhos intermediário e primário permanecem alinhados um com o outro e o sol.

8. Sistema de acordo com reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o módulo de alimentação elétrica compreende um módulo
25 fotovoltaico, em que as células solares do módulo fotovoltaico são co-localizados com o emissor.

9. Sistema de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a energia convertida compreende radiofrequência ou energia óptica.

10. Sistema de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sistema de controle mantém o alinhamento de toda a pluralidade de elementos.

11. Sistema de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo
5 fato de que todo o sistema de controle é localizado no espaço.

12. Sistema de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que um componente do sistema de controle está localizado na Terra

13. Sistema de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sistema de controle inclui um elemento de deslocamento, e o
10 elemento de deslocamento é ativado seletivamente para ajustar um alinhamento de um elemento no espaço.

14. Sistema de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sistema de controle inclui uma pluralidade de sensores, em que dados de sensores de dois elementos são comparados para determinar se os
15 dois elementos estão alinhados corretamente.

15. Sistema de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os elementos são configurados de forma que um vento solar ajuste o alinhamento dos elementos.

16. Sistema de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo
20 fato de que os elementos do sistema de alimentação elétrica são configurados de forma que uma força eletrostática ajuste o alinhamento dos elementos do sistema de alimentação elétrica.

17. Sistema de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a pluralidade de elementos incluindo uma arranjo de irradiação
25 direta ou antena de irradiação faseada, a antena transmitindo a energia elétrica para o local predeterminado.

18. Sistema de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os elementos do sistema de alimentação elétrica estão no espaço.

19. Sistema de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo

fato de que um ou mais dos elementos do sistema de alimentação elétrica refletem comprimentos de onda selecionados de luz solar incidente.

20. Sistema de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sistema de controle mantém alinhamento óptico de uma pluralidade de elementos do sistema de alimentação elétrica que são de livre flutuação no espaço.

21. Sistema de alimentação elétrica espacial, caracterizado pelo fato de que inclui:

uma pluralidade de elementos do sistema de alimentação elétrica de sistema de alimentação elétrica no espaço, incluindo os seguintes elementos do sistema de alimentação elétrica:

um espelho primário;

um espelho intermediário, em que o espelho primário direciona luz solar ao espelho intermediário;

um módulo de alimentação elétrica, em que o espelho intermediário direciona luz solar ao módulo de alimentação elétrica, o módulo de alimentação elétrica gerando eletricidade de corrente contínua;

um emissor, em que o emissor converte a eletricidade de corrente contínua em RF ou energia óptica; e

um espelho refletivo, em que o emissor direciona a RF ou energia óptica ao espelho refletivo, e o espelho refletivo direciona a RF ou energia óptica a um receptor em um local predeterminado; e

um sistema de controle distribuído, o sistema de controle incluindo:

uma pluralidade de sensores, e

uma pluralidade de membros de deslocamento,

em que um ou mais elementos da pluralidade de elementos do sistema de alimentação elétrica são de flutuação livre, cada elemento do sistema de alimentação elétrica no espaço inclui um sensor e um elemento de

deslocamento, e o sistema de controle mantém alinhamento de um ou mais elementos do sistema de alimentação elétrica de flutuação livre no espaço ativando seletivamente um membro de deslocamento em resposta a dados de sensor.

5 22. Sistema de acordo com reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que todos os elementos do sistema de alimentação elétrica estão no espaço.

 23. Sistema de acordo com reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que o sistema de controle mantém alinhamento óptico de uma
10 pluralidade de elementos do sistema de alimentação elétrica que são de livre flutuação no espaço.

 24. Método para alinhar elementos do sistema de alimentação elétrica para gerar alimentação elétrica no espaço e transmitir a alimentação elétrica gerada a um local predeterminado, caracterizado pelo fato de que
15 compreende:

 lançar uma pluralidade de elementos do sistema de alimentação elétrica e um sistema de controle distribuído no espaço, em que um ou mais elementos da pluralidade de elementos do sistema de alimentação elétrica são de flutuação livre no espaço, e o sistema de controle distribuído
20 inclui componentes sobre a pluralidade de elementos do sistema de alimentação elétrica no espaço;

 posicionar a pluralidade de elementos do sistema de alimentação elétrica no espaço, a pluralidade de elementos do sistema de alimentação elétrica incluindo pelo menos um elemento do sistema de
25 alimentação elétrica intermediário no espaço que recebe luz do sol de um elemento do sistema de alimentação elétrica no espaço e transmite a luz do sol para outro elemento do sistema de alimentação elétrica no espaço; e

 manter o alinhamento dos elementos do sistema de alimentação elétrica de livre flutuação usando o sistema de controle

distribuído com base em comunicações entre os componentes de sistema de controle de elementos do sistema de alimentação elétrica adjacentes de modo que os elementos do sistema de alimentação elétrica são configurados para:

- coletar luz do sol;
- 5 gerar energia elétrica da luz do sol coletada, e
- converter a energia elétrica em uma forma adequada de transmissão ao local predeterminado.

25. Método de acordo com reivindicação 24, caracterizado
pelo fato de que todos os elementos do sistema de alimentação elétrica estão
10 no espaço.

26. Método de acordo com reivindicação 24, caracterizado
pelo fato de que o sistema de controle mantém alinhamento óptico de uma pluralidade de elementos do sistema de alimentação elétrica que são de livre flutuação no espaço.

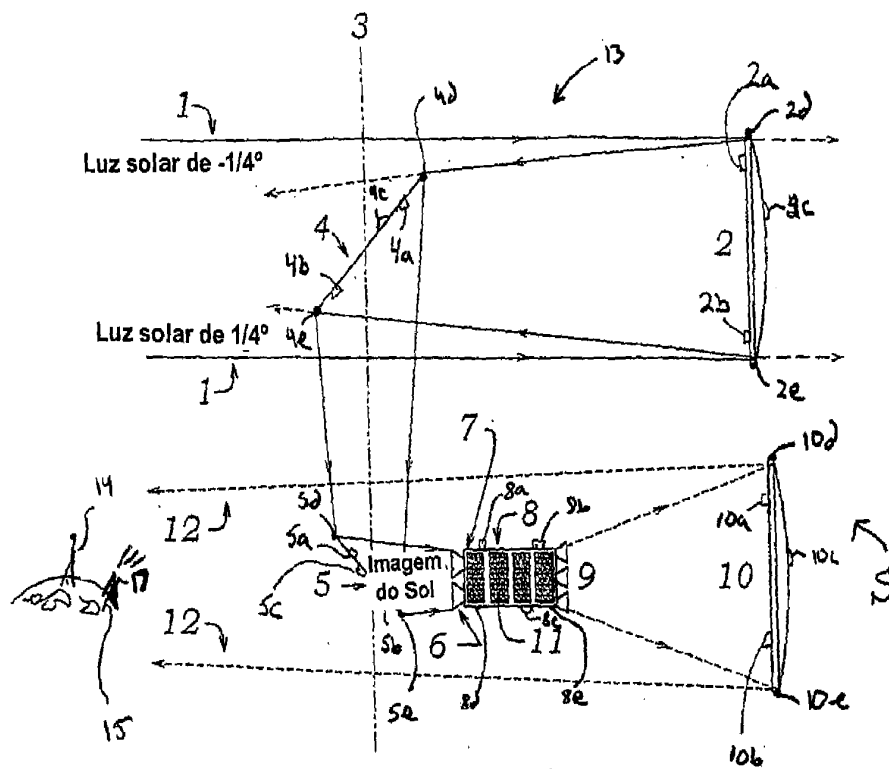


FIG.1a

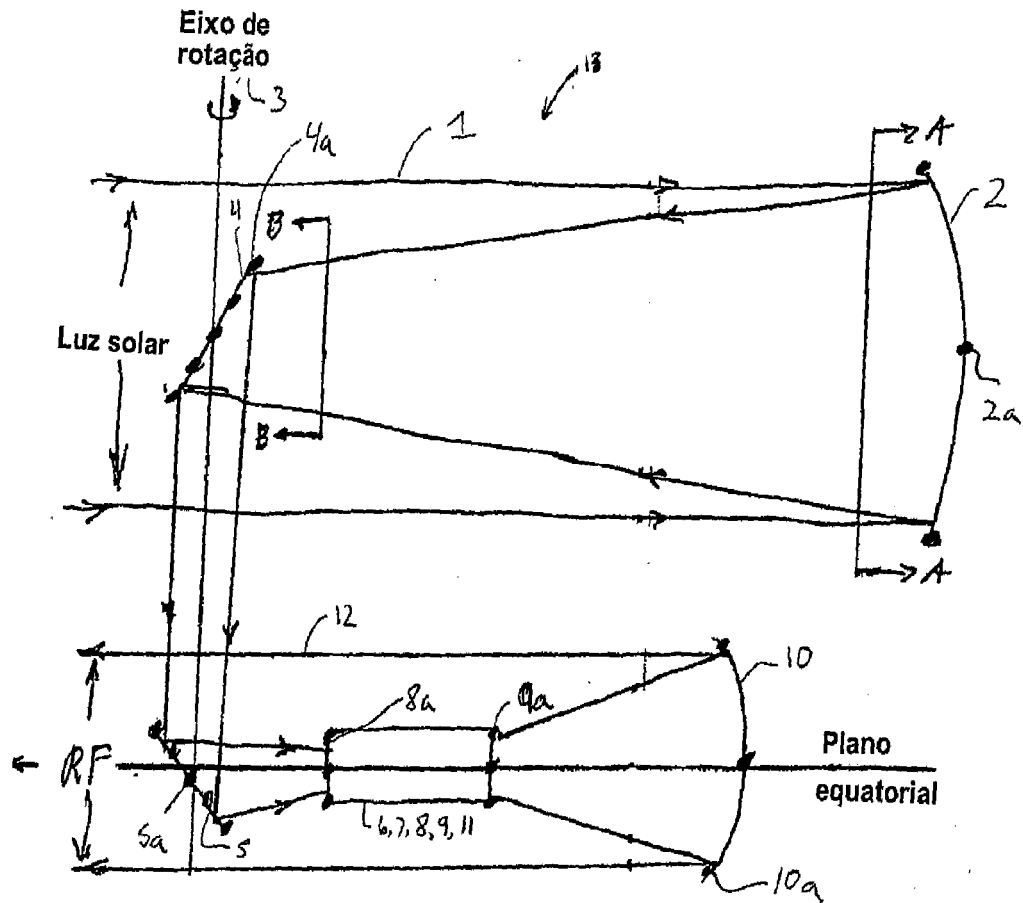


FIG.1b

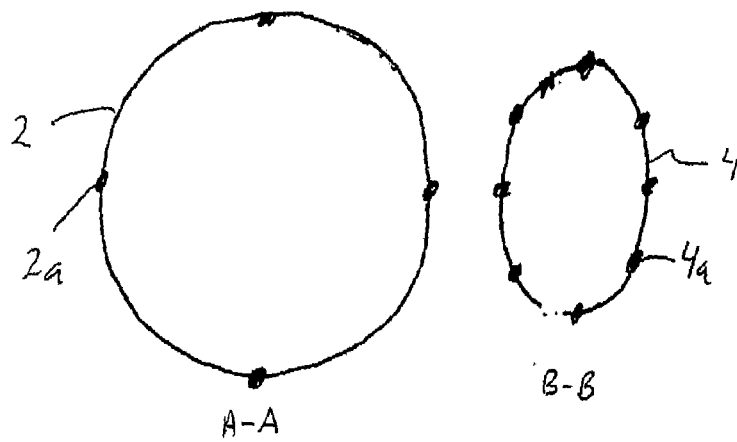
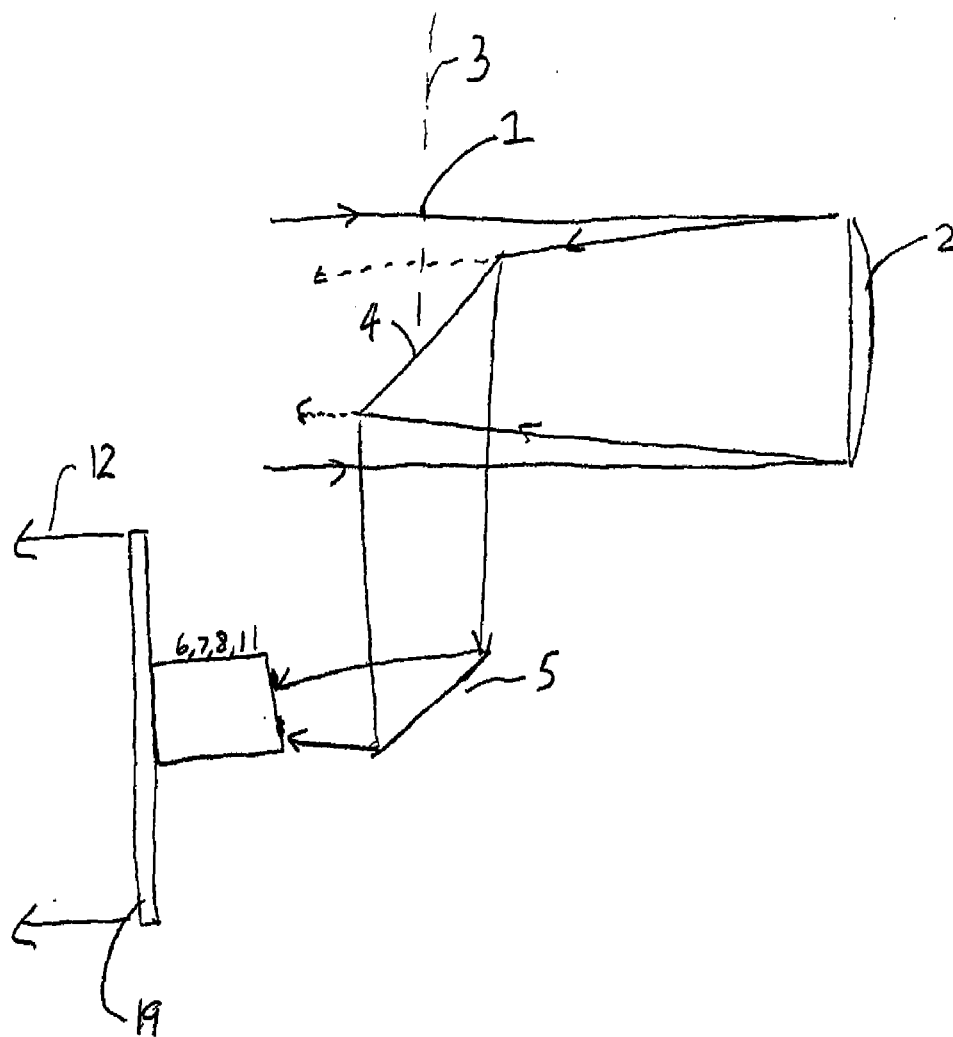


FIG.1c

FIG.1d

**FIG.1E**

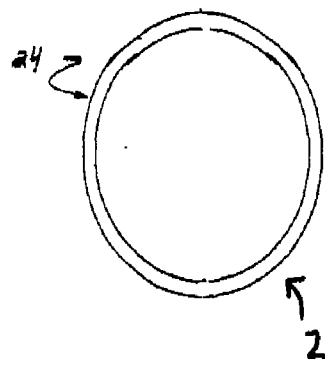


FIG. 2a

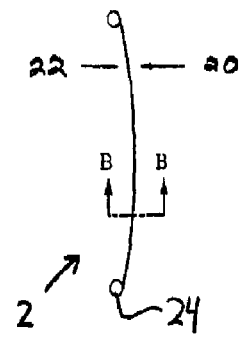
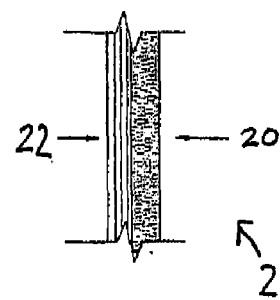


FIG. 2b



Vista B-B

FIG. 3

FIG.4A

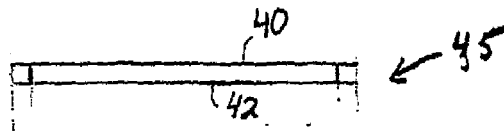


FIG.4B

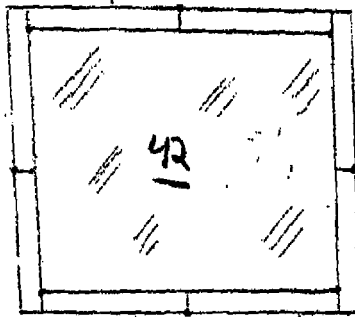


FIG.4C

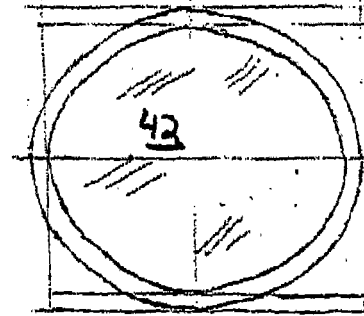
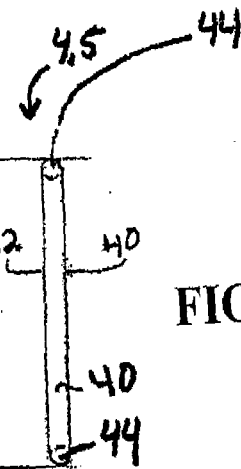


FIG.4D



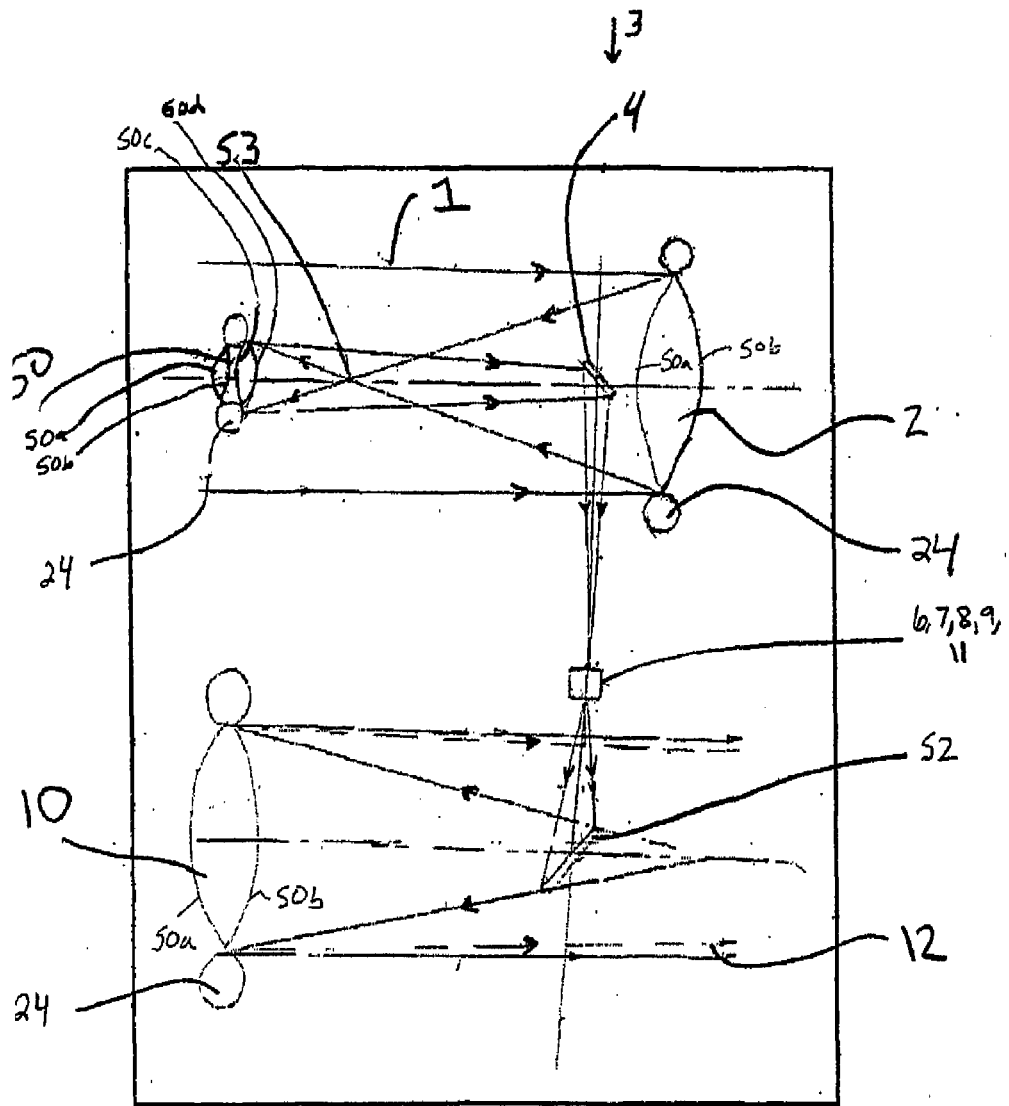
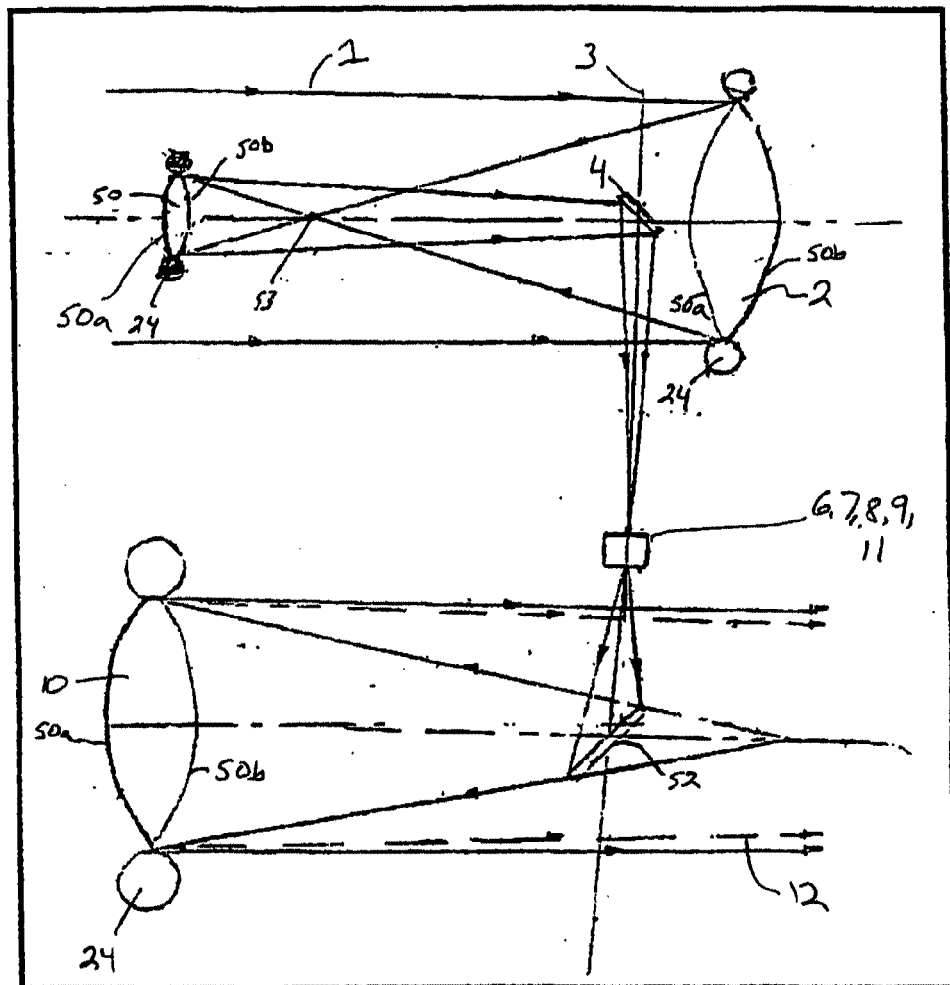


FIG.5

**FIG.6**

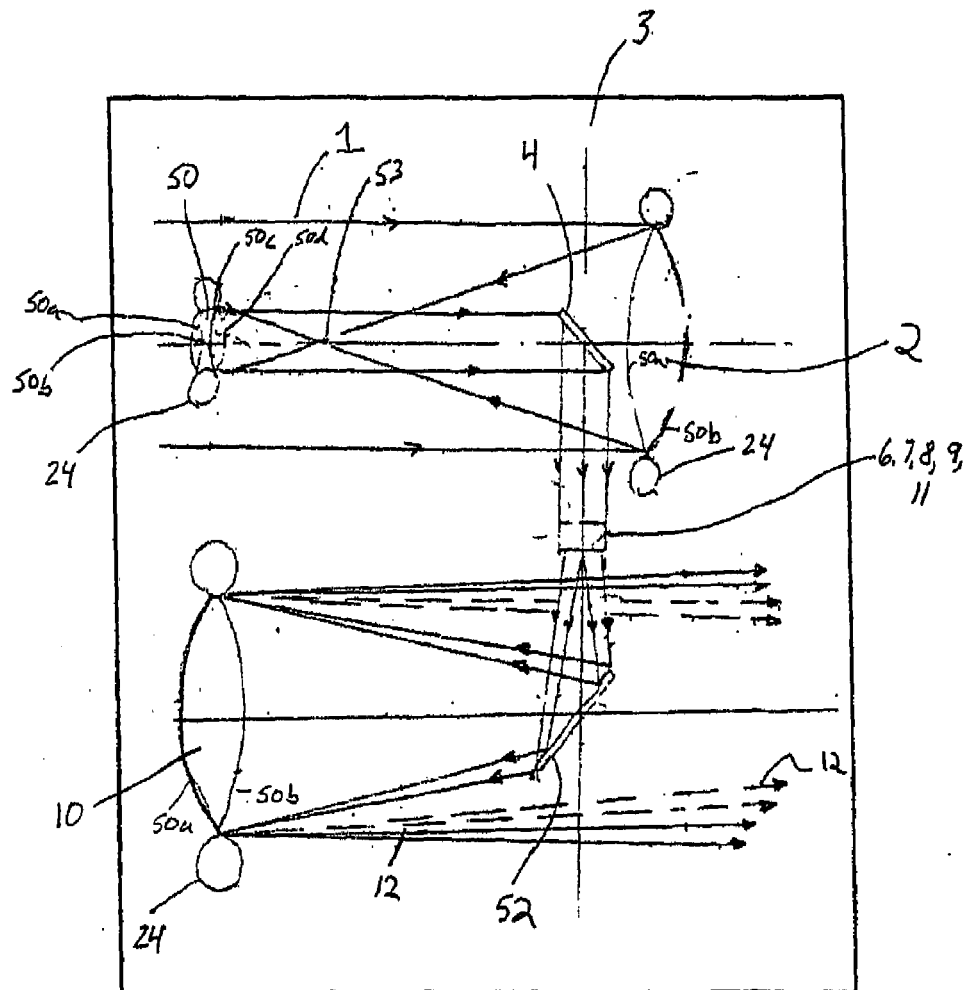


FIG.7

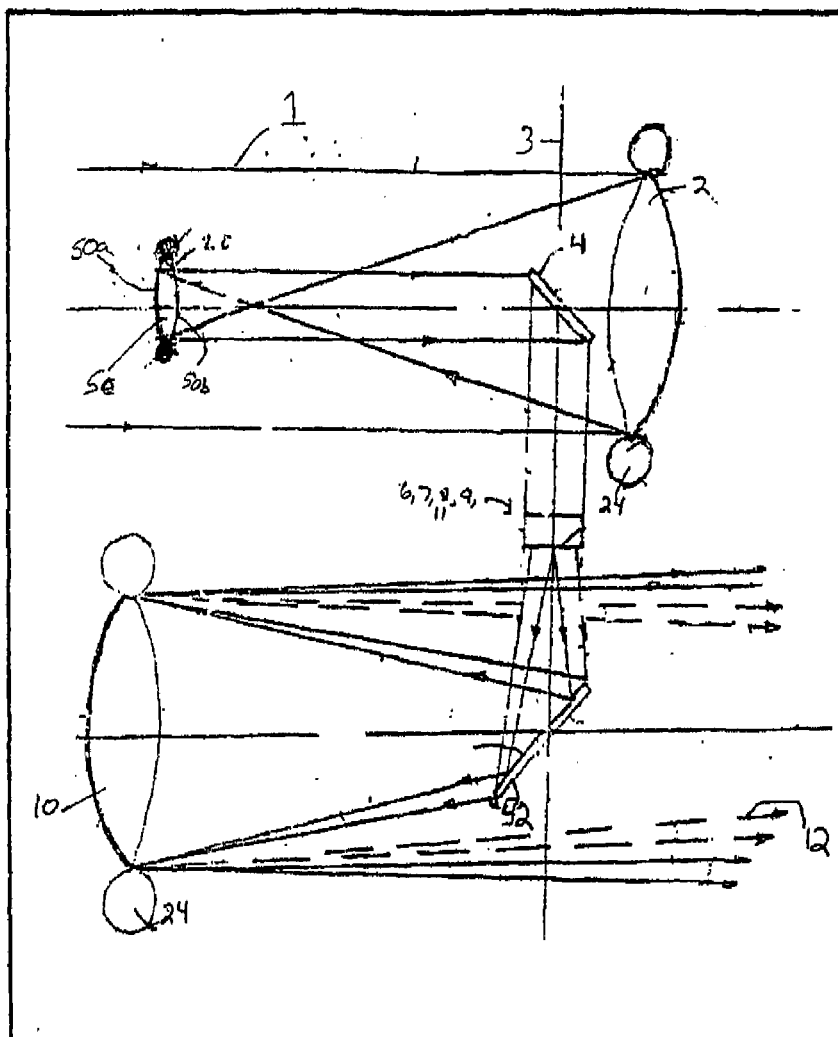


FIG.8

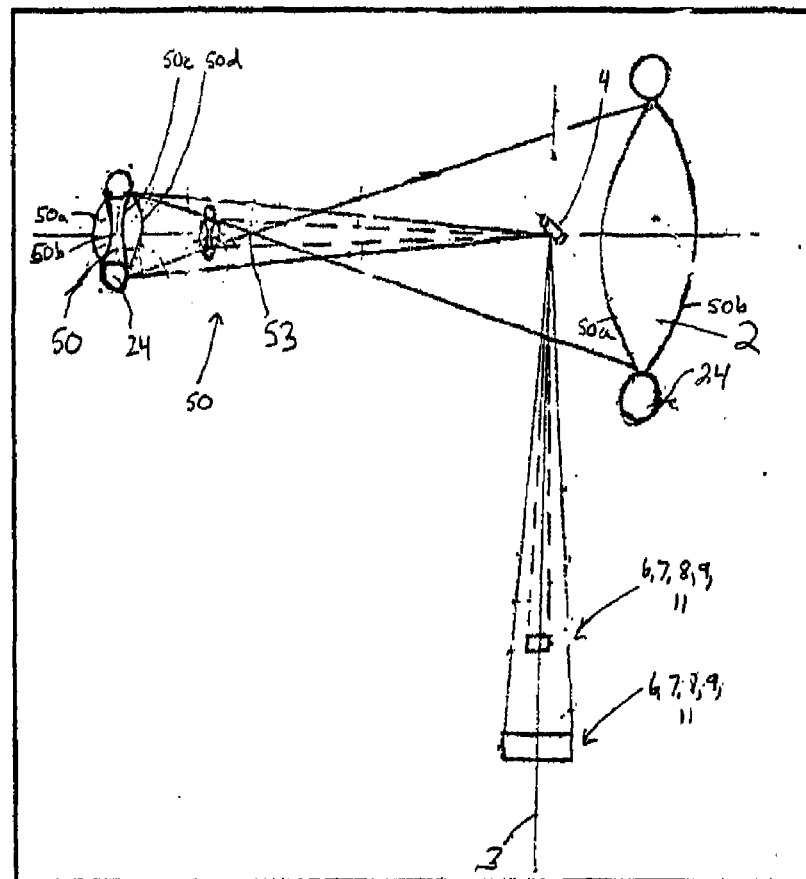


FIG.9

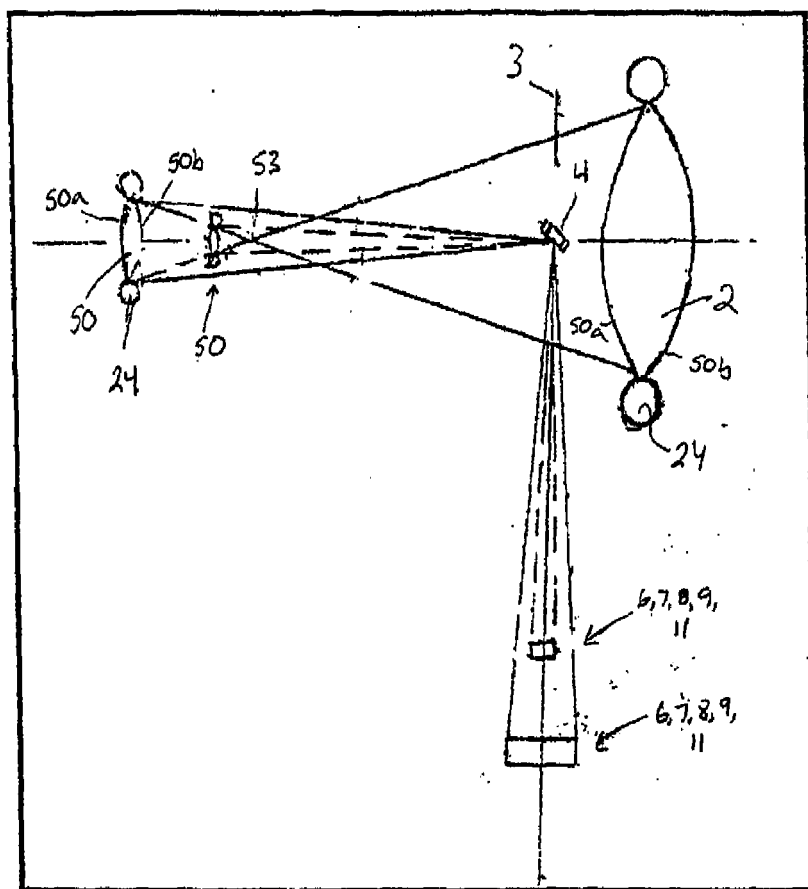


FIG.10

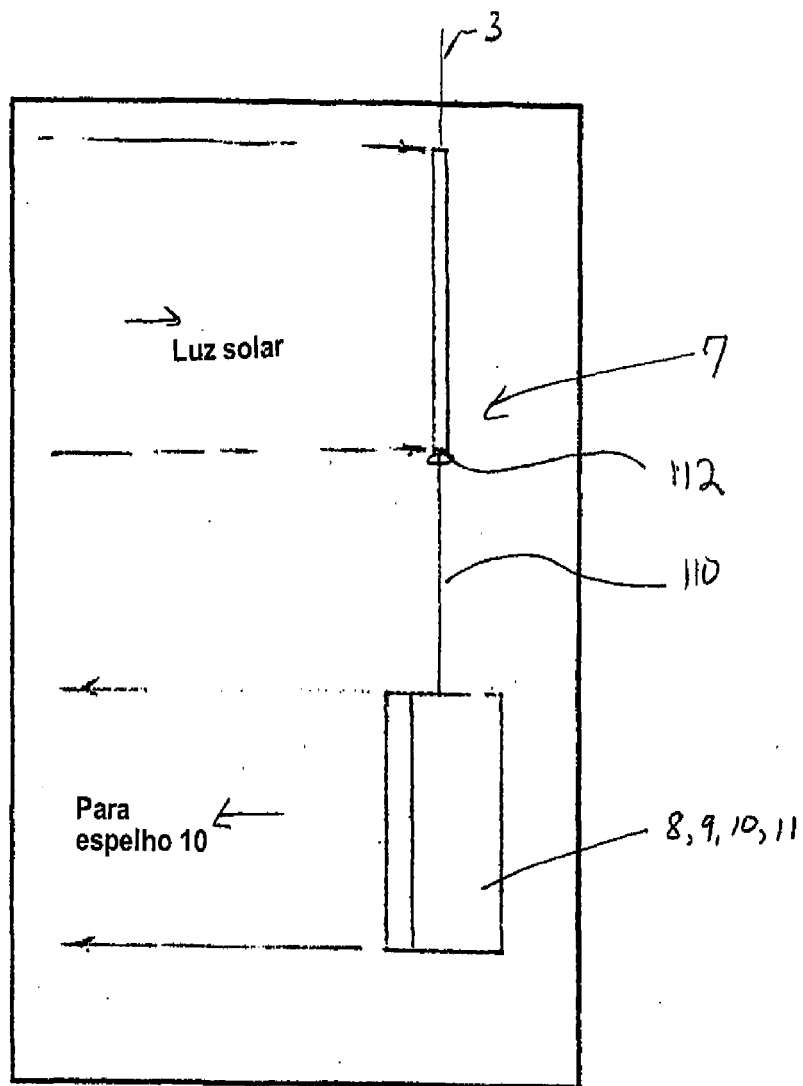


FIG.11

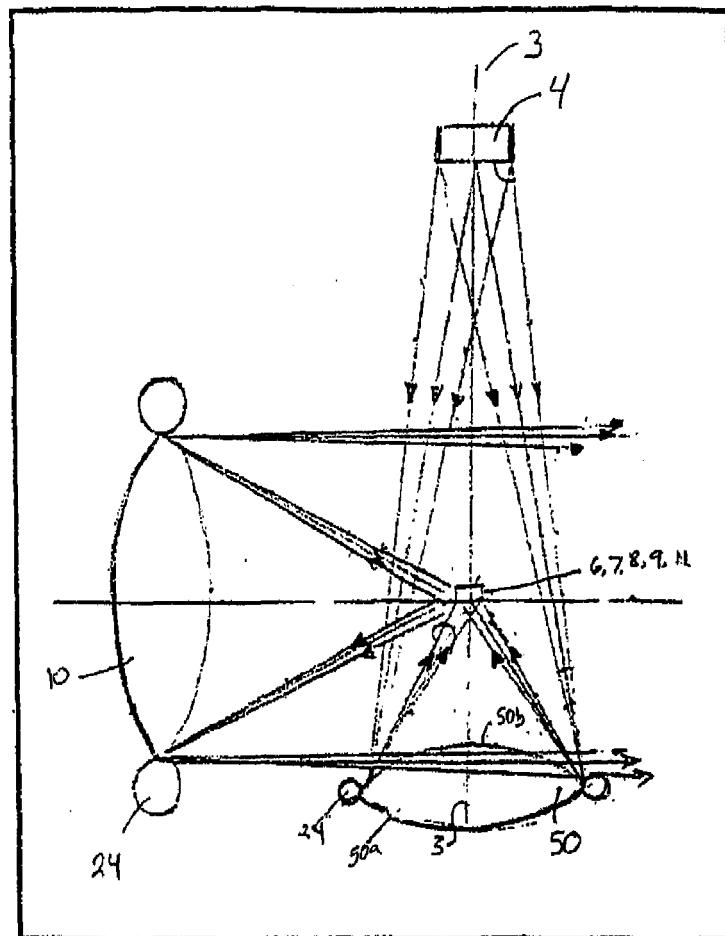


FIG.12

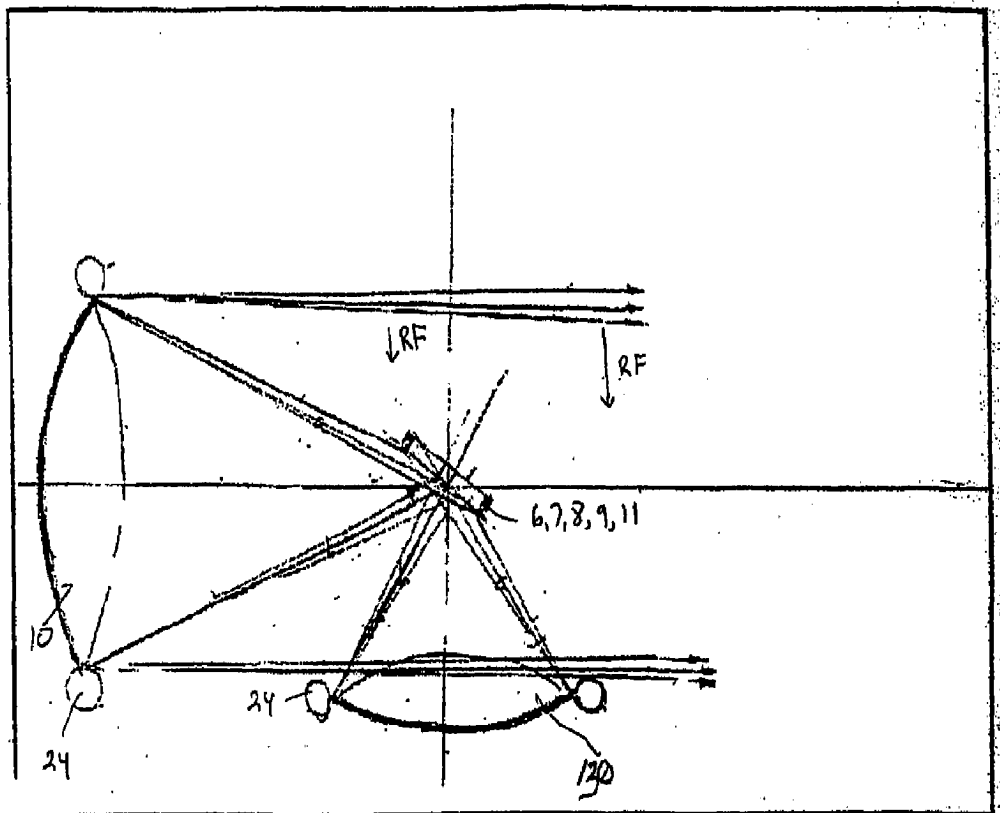


FIG.13

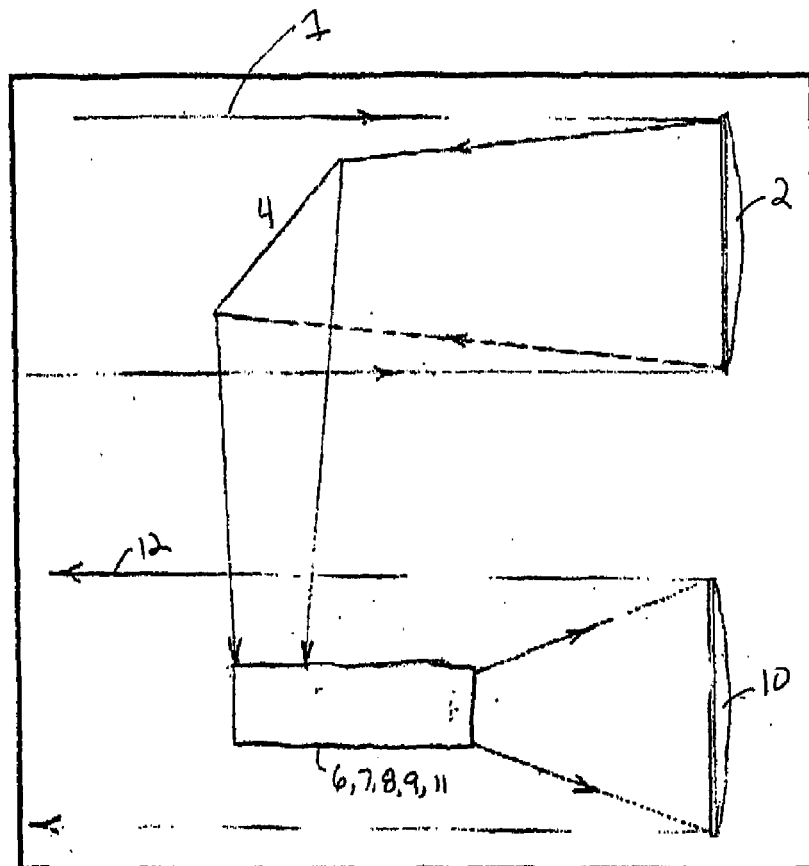


FIG.14

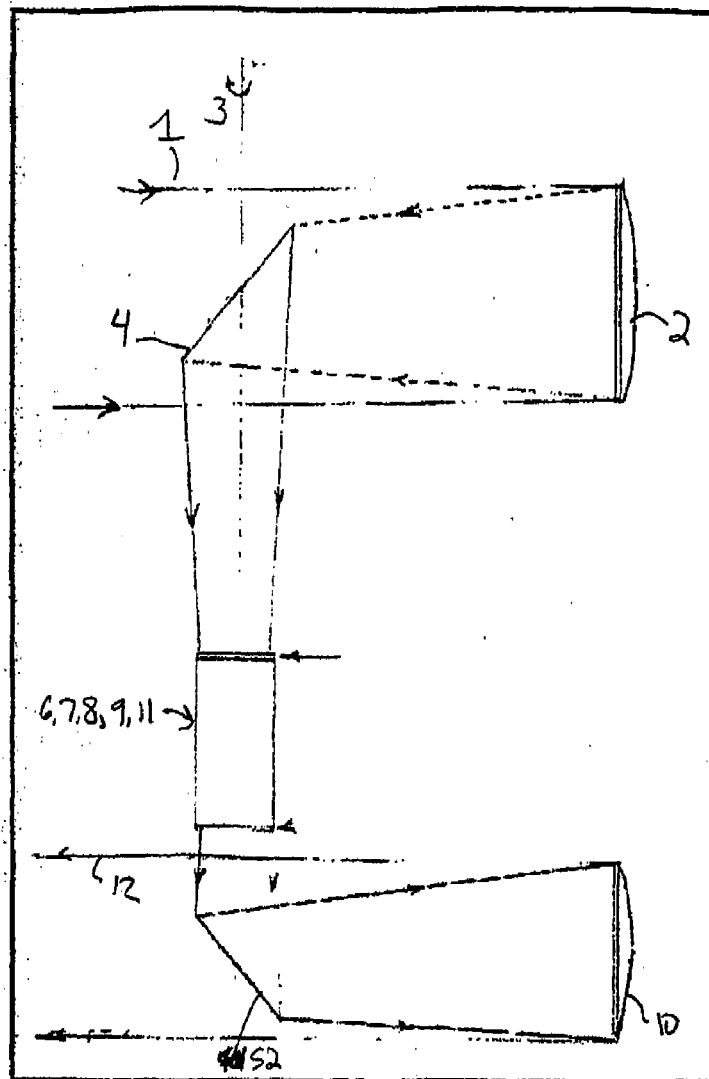


FIG.15

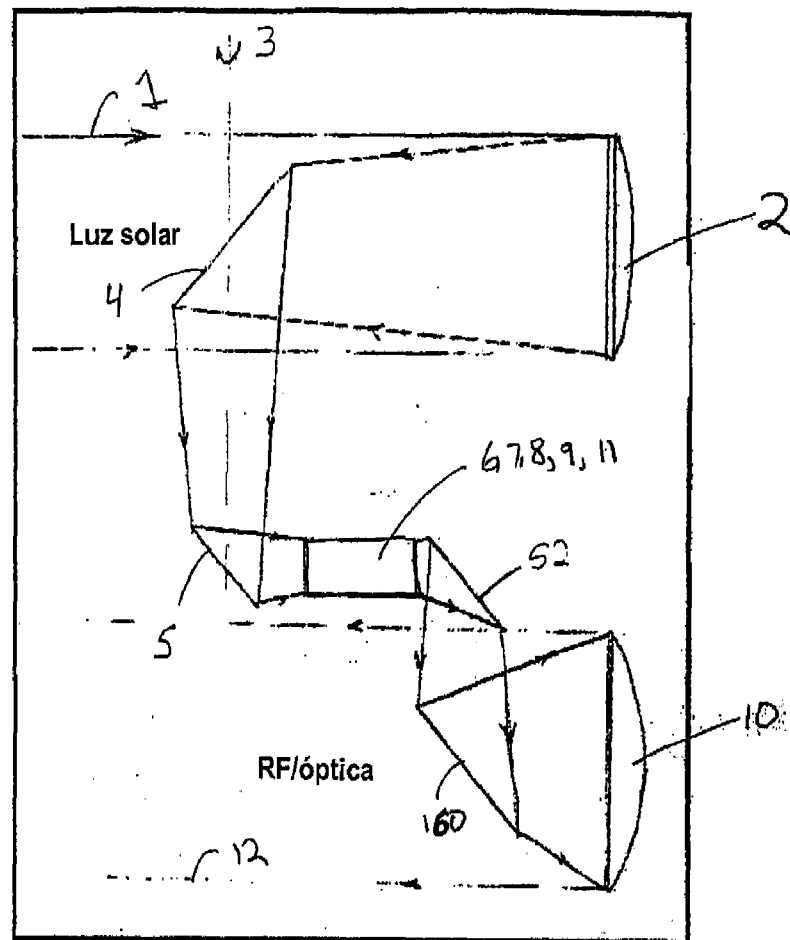


FIG.16

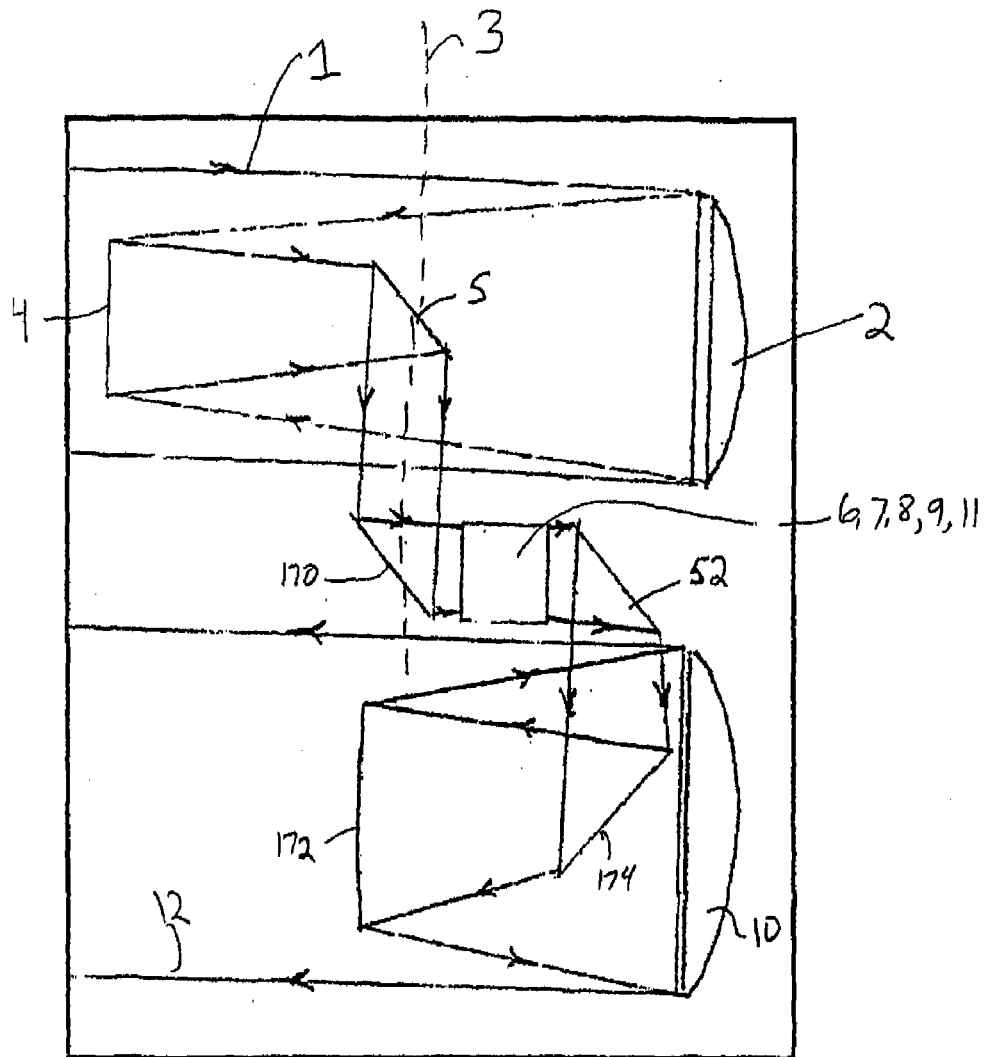


FIG.17